

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 09219615  
PUBLICATION DATE : 19-08-97

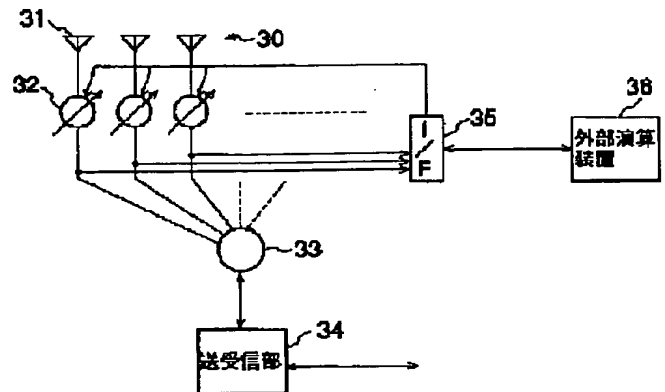
APPLICATION DATE : 14-02-96  
APPLICATION NUMBER : 08026949

APPLICANT : TOSHIBA CORP;

INVENTOR : SHIYOUKI HIROKI;

INT.CL. : H01Q 3/26

TITLE : DIRECTIVITY CONTROL METHOD FOR  
ADAPTIVE ARRAY  
TRANSMITTER-RECEIVER, RADIO  
COMMUNICATION SYSTEM AND  
ADAPTIVE ARRAY  
TRANSMITTER-RECEIVER



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce hand-off frequencies and to prevent the deterioration of the communication quality due to inter-station interference, in a radio communication system using an adaptive array transmitter-receiver.

SOLUTION: This system performs amplitude and phase weightings for the transmission/reception signals of plural arrayed antenna elements 31 by a weighting device 32 and performs communication between a base station having an adaptive array transmitter-receiver performing the distribution of transmission signals to the antenna elements 31 and the synthesis of the reception signals from the antenna elements 31 in a distribution/synthetic part 33 via the weighting device 32 and plural terminals. At this time, a directivity control is performed by transmitting a reference signal to the adaptive array transmitter-receiver from a desired direction and a non-desired direction at the time of installing the base station, calculating a weighting coefficient in an external arithmetic unit 36 based on the reception signal of the reference signal of the adaptive array transmitter-receiver and setting the coefficient to the weighting device 32 via an interface 35.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-219615

(43) 公開日 平成9年(1997) 8月19日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

H 0 1 Q 3/26

識別記号

庁内整理番号

F I

H 0 1 Q 3/26

技術表示箇所

C

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平8-26949

(22) 出願日 平成8年(1996) 2月14日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 向井 学

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内

(72) 発明者 行方 稔

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内

(72) 発明者 庄木 裕樹

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内

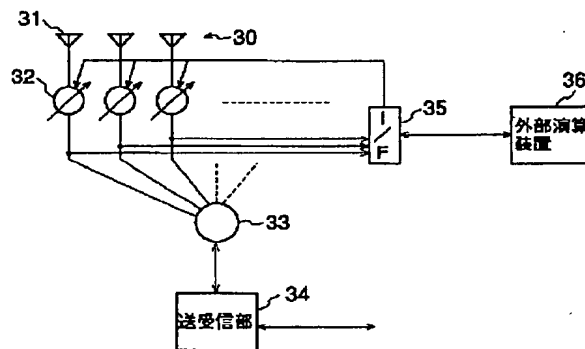
(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦

(54) 【発明の名称】 アダプティブアレイ送受信装置の指向性制御方法と無線通信システムおよびアダプティブアレイ送受信装置

(57) 【要約】

【課題】アダプティブアレイ送受信装置を用いた無線通信システムにおいて、ハンドオフの頻度を小さくし、局間干渉による通信品質の劣化を防止する。

【解決手段】配列された複数のアンテナ素子31の送受信信号に重み付け器32により振幅および位相の重み付けを行い、分配/合成部33で重み付け器32を介してアンテナ素子31への送信信号の分配およびアンテナ素子31からの受信信号の合成を行うアダプティブアレイ送受信装置を有する基地局と複数の端末間で通信を行う無線通信システムにおいて、基地局の設置時にアダプティブアレイ送受信装置に対して所望方向および非所望方向から参照信号を送信し、アダプティブアレイ送受信装置の参照信号の受信信号に基づき外部演算装置36で重み係数を計算し、インタフェース35を介して重み付け器32に設定することで指向性制御を行う。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】配列された複数のアンテナ素子と、これら複数のアンテナ素子の送受信信号に重み係数を乗じることにより振幅および位相の重み付けを行う複数の重み付け手段と、これら複数の重み付け手段を介して前記複数のアンテナ素子への送信信号の分配および該アンテナ素子からの受信信号の合成を行う分配／合成手段とにより構成されるアダプティブアレイ送受信装置を有する基地局と複数の端末との間で通信を行う無線通信システムにおいて、

少なくとも前記基地局の設置時に該アダプティブアレイ送受信装置に対して所望方向および非所望方向の少なくとも一方の方向から既知の参照信号を送信し、該アダプティブアレイ送受信装置の該参照信号の受信信号に基づき前記重み係数を計算して前記重み付け手段に設定することにより、該アダプティブアレイ送受信装置の指向性を制御することを特徴とするアダプティブアレイ送受信装置の指向性制御方法。

【請求項2】配列された複数のアンテナ素子と、これら複数のアンテナ素子の送受信信号に重み係数を乗じることにより振幅および位相の重み付けを行う複数の重み付け手段と、これら複数の重み付け手段を介して前記複数のアンテナ素子への送信信号の分配および該アンテナ素子からの受信信号の合成を行う分配／合成手段とにより構成されるアダプティブアレイ送受信装置を有する基地局と複数の端末との間で、各端末にフレーム内の異なるタイムスロットを割り当てて時分割多重により通信を行う無線通信システムにおいて、

前記タイムスロット毎に前記重み係数を切り替えて前記重み付け手段に設定することにより、前記アダプティブアレイ送受信装置の指向性を制御することを特徴とするアダプティブアレイ送受信装置の指向性制御方法。

【請求項3】配列された複数のアンテナ素子と、これら複数のアンテナ素子の送受信信号に重み係数を乗じることにより振幅および位相の重み付けを行う複数の重み付け手段と、これら複数の重み付け手段を介して前記複数のアンテナ素子への送信信号の分配および該アンテナ素子からの受信信号の合成を行う分配／合成手段とにより構成されるアダプティブアレイ送受信装置を有する基地局と複数の端末との間で、各端末にフレーム内の異なるタイムスロットを割り当てて時分割多重により通信を行う無線通信システムにおいて、

前記タイムスロット毎に前記重み係数を切り替えると共に、前フレームの同一タイムスロットでの重み係数を更新して現フレームの各タイムスロットでの重み係数を設定することにより、前記アダプティブアレイ送受信装置の指向性を制御することを特徴とするアダプティブアレイ送受信装置の指向性制御方法。

【請求項4】配列された複数のアンテナ素子と、これら複数のアンテナ素子の送受信信号に重み係数を乗じるこ

とにより振幅および位相の重み付けを行う複数の重み付け手段と、これら複数の重み付け手段を介して前記複数のアンテナ素子への送信信号の分配および該アンテナ素子からの受信信号の合成を行う分配／合成手段とにより構成されるアダプティブアレイ送受信装置を有する基地局と複数の端末との間で通信を行う無線通信システムにおいて、

前記アダプティブアレイ送受信装置の外部に設けられた演算装置により計算した重み係数を前記アダプティブアレイ送受信装置に伝送して前記重み付け手段に設定することにより、前記アダプティブアレイ送受信装置の指向性を制御するように構成したことを特徴とする無線通信システム。

【請求項5】配列された複数のアンテナ素子と、これら複数のアンテナ素子の送受信信号に重み係数を乗じることにより振幅および位相の重み付けを行う複数の重み付け手段と、これら複数の重み付け手段を介して前記複数のアンテナ素子への送信信号の分配および該アンテナ素子からの受信信号の合成を行う分配／合成手段とにより構成されるアダプティブアレイ送受信装置を有する基地局と複数の端末との間で通信を行う無線通信システムにおいて、

前記アダプティブアレイ送受信装置が接続された有線ネットワークに演算装置を接続し、該演算装置により計算した重み係数を前記有線ネットワークを介して前記アダプティブアレイ送受信装置に伝送して前記重み付け手段に設定することにより、前記アダプティブアレイ送受信装置の指向性を制御するように構成したことを特徴とする無線通信システム。

【請求項6】配列された複数のアンテナ素子と、これら複数のアンテナ素子の送受信信号に重み係数を乗じることにより振幅および位相の重み付けを行う複数の重み付け手段と、これら複数の重み付け手段を介して前記複数のアンテナ素子への送信信号の分配および該アンテナ素子からの受信信号の合成を行う分配／合成手段とにより構成されるアダプティブアレイ送受信装置を有する基地局と複数の端末との間で通信を行う無線通信システムにおいて、

前記アダプティブアレイ送受信装置が接続された有線ネットワークに演算装置を接続し、該演算装置により計算した重み係数を前記有線ネットワークを介して前記アダプティブアレイ送受信装置に伝送して該アダプティブアレイ送受信装置に設けられた記憶手段に保持し、この記憶手段に保持された重み係数を読み出して前記重み付け手段に設定することにより、前記アダプティブアレイ送受信装置の指向性を制御するように構成したことを特徴とする無線通信システム。

【請求項7】配列された複数のアンテナ素子と、これら複数のアンテナ素子の送受信信号に重み係数を乗じることにより振幅および位相の重み付けを行う複数の重み付

け手段と、これら複数の重み付け手段を介して前記複数のアンテナ素子への送信信号の分配および該アンテナ素子からの受信信号の合成を行う分配／合成手段とにより構成されるアダプティブアレイ送受信装置を有する基地局と複数の端末との間で通信を行う無線通信システムにおいて、

前記アンテナ素子の送受信信号と前記重み付け手段に設定された重み係数を前記アダプティブアレイ送受信装置の外部に設けられた演算装置に伝送し、かつ該演算装置により計算した新たな重み係数を前記重み付け手段に設定するために前記アダプティブアレイ送受信装置に導入するインタフェースを有することを特徴とするアダプティブアレイ送受信装置。

【請求項8】配列された複数のアンテナ素子と、これら複数のアンテナ素子の送受信信号に重み係数を乗じることにより振幅および位相の重み付けを行う複数の重み付け手段と、これら複数の重み付け手段を介して前記複数のアンテナ素子への送信信号の分配および該アンテナ素子からの受信信号の合成を行う分配／合成手段とにより構成されるアダプティブアレイ送受信装置を有する基地局と複数の端末との間で、各端末にフレーム内の異なるタイムスロットを割り当てて時分割多重により通信を行う無線通信システムにおいて、

前記タイムスロット毎に前記重み係数の値を記憶する記憶手段と、

この記憶手段に記憶された重み係数を前記重み付け手段に設定する手段とを有することを特徴とするアダプティブアレイ送受信装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はアダプティブアレイ送受信装置を用いて無線通信を行う無線通信システムに係り、特にアダプティブアレイ送受信装置の指向性制御に関する。

【0002】

【従来の技術】現在、移動端末や携帯端末に対して音声やデータの通信を行う無線通信システムとして、セルラシステム、PHSシステムおよび無線LANシステムが実用化されている。このような無線通信システムでは、周波数資源の有効利用の観点から、限られた周波数帯域内にできるだけ多数のユーザ（端末）を収容できるようにすることが必要である。

【0003】この要求に対して、電波の空間的な利用効率を向上させる方法が有効とされており、マイクロセル化、ピコセル化はその一手法である。この手法は、図1に示すように基地局11の通信サービスエリアA1、A2を小さくし（マイクロセル化／ピコセル化）、セル数を増やすことで電波の空間的な利用効率を高め、システム全体として収容可能な端末12の数を増加させる方法である。

【0004】しかし、この方法では端末12がある基地局11の通信サービスエリアから他の通信サービスエリアに移動することによるセル間ハンドオフの頻度が増加するという問題がある。また、図1に示されるように隣接する基地局11間の距離が小さくなった場合には、それら隣接する基地局11の通信サービスエリアA1、A2が一部オーバーラップする結果、隣接する基地局11同士が互いに干渉を起こして通信品質が劣化し、最悪の場合には通信が切断されてしまうという問題が生じる。この現象は、基地局11間の距離が短い場合のみならず、距離が離れていても基地局11の設置場所の条件等により電波の伝搬による減衰が小さい場合にも起こり得る。このようなことから、マイクロセル化／ピコセル化では通信サービスエリアであるセルを理想的に配置することができず、電波の空間的な利用効率を有効に向上させることができない。

【0005】また、電波の空間的な利用効率を向上させる別の手法として、通信サービスエリアのセクタ化がある。これは電波の放射方向を制限することで、通信システム内で同一周波数を使用するユーザの数を増加させる方法である。この方法においても、前述したハンドオフ頻度の増加の問題があり、さらに通信サービスエリアが固定的であるために、実際の電波伝搬環境やその変化に対する柔軟性に乏しいという問題がある。

【0006】一方、上記二つの手法と同様に空間的に電波の放射方向を制限して電波の空間的な利用効率を向上させるアプローチとして、アダプティブアレイアンテナの使用が考えられる。アダプティブアレイアンテナは、良く知られているように配列された複数のアンテナ素子と、各アンテナ素子の送受信信号に対し重み係数を乗じて振幅および位相の重み付けを行う重み付け器およびこれらの重み付け器を介して各アンテナ素子への送信信号の分配および各アンテナ素子からの受信信号の合成を行う分配／合成部とで構成され、重み係数の制御により適応的に指向性を変えることが可能なアンテナである。

【0007】このアダプティブアレイアンテナでは、所望の方向にゲインを持ち、妨害波の到来する非所望の方向にゲインを持たないようにその指向性を制御することができるため、実際の電波伝搬環境に則した空間の有効利用が可能となり、通信システムのマイクロセル／ピコセル化や通信サービスエリアのセクタ化といった従来の手法に比較して有利と考えられる。しかし、従来のアダプティブアレイアンテナは逐次的に重み係数を計算して指向性を変えるため、所望の方向および非所望の方向が時々刻々と変化するような通信環境には適しているが、複数の基地局と複数の端末とで構成される無線通信システムにおいては、重み係数の計算に複雑な処理を必要とする割には、所望の方向に十分なゲインを持ち、非所望の方向のゲインを十分に抑圧した指向性パターンを確実に得ることはできないという問題がある。

【0008】また、従来のアダプティブアレイアンテナでは指向性制御に際して重み付け器の重み係数の演算に非常に複雑な処理を必要とするため、アダプティブアレイアンテナを含む送受信装置のコストが高くなり、通信システム全体のコストを押し上げてしまうという問題がある。

【0009】さらに、複数の端末が異なるタイムスロットで基地局と通信を行う時分割多重方式の無線通信システムにおいては、タイムスロット毎に指向性パターンが全く異なる環境で、基地局はどの端末とも他の基地局からの干渉を受けずに通信を行う必要があるが、従来のアダプティブアレイアンテナは、このような点を考慮していない。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】上述したように、従来の無線通信システムにおける電波の空間的利用効率を向上させるマイクロセル／ピコセル化や通信サービスエリアのセクタ化といった手法では、セル間ハンドオフ頻度の増加や、基地局間の干渉による通信品質の劣化という問題があった。また、基地局にアダプティブアレイアンテナを用いれば、このような問題がある程度は解決されるが、従来のアダプティブアレイアンテナでは逐次的に重み係数を変える方法をとっているため、基地局と端末間に他の基地局からの干渉を受けないような指向性パターンを確実に得ることは難しいという問題があり、加えて従来のアダプティブアレイアンテナでは重み係数を求めるために複雑な計算が必要であり、これが通信システム全体のコストを押し上げてしまうという問題があった。さらに、従来のアダプティブアレイアンテナは時分割多重方式の無線通信システムへの適用が考えられておらず、このような通信システムにおいて基地局間の干渉を確実に防止する手法は未だ確立していない。

【0011】本発明は、ハンドオフの頻度を小さくする共に、基地局間の干渉による通信品質の劣化を防止できるアダプティブアレイ送受信装置を用いた無線通信システムおよびアダプティブアレイ送受信装置の指向性制御方法を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するため、本発明に係るアダプティブアレイ送受信装置の指向性制御方法は、配列された複数のアンテナ素子と、これら複数のアンテナ素子の送受信信号に重み係数を乗じることにより振幅および位相の重み付けを行う複数の重み付け手段と、これら複数の重み付け手段を介して複数のアンテナ素子への送信信号の分配および該アンテナ素子からの受信信号の合成を行う分配／合成手段とにより構成されるアダプティブアレイ送受信装置を有する基地局と複数の端末との間で通信を行う無線通信システムにおいて、少なくとも基地局の設置時にアダプティブアレイ送受信装置に対して所望方向および非所望方向の少なく

とも一方の方向から既知の参照信号を送信し、アダプティブアレイ送受信装置の参照信号の受信信号に基づき重み係数を計算して重み付け手段に設定することにより、アダプティブアレイ送受信装置の指向性を制御することを特徴とする。

【0013】このようにアダプティブアレイ送受信装置を有する基地局の設置時、さらには非通信時に比較的長い時間間隔でアダプティブアレイ送受信装置の指向性パターンを設定したり変更するために、所望方向および非所望方向の少なくとも一方に存在する端末から基地局に向けて既知の参照信号を送信し、基地局内のアダプティブアレイ送受信装置において参照信号の受信信号に基づきアダプティブアレイ送受信装置の重み係数を計算して設定する。これにより、例えば所望方向にはアンテナゲインが大きく、非所望方向にはアンテナゲインが小さい指向性パターンを容易に形成することができる。

【0014】このような指向性パターンを形成することにより、ある基地局と所望方向に位置する端末とが通信を行う場合、隣接する基地局および隣接エリアからの干渉による通信障害を極力小さくすることができ、良好な通信品質が得られる。また、このようにすると基地局の通信サービスエリアの大きさを必要以上に小さくすることなく隣接基地局からの干渉のない通信が可能となるため、複雑な処理を伴うハンドオフの頻度を低くすることができ、さらに通信品質の向上を図ることができる。

【0015】また、アダプティブアレイ送受信装置の設置時さらには非通信時に重み係数を計算して半固定的に設定すれば、従来のアダプティブアレイアンテナのように通信途中で逐次的に重み係数を計算する方法に比較して計算が簡単となり、通信システム全体のコストを引き下げることができる。

【0016】本発明に係る他のアダプティブアレイ送受信装置の指向性制御方法は、上記のようなアダプティブアレイ送受信装置を有する基地局と複数の端末との間で、各端末にフレーム内の異なるタイムスロットを割り当てて時分割多重により通信を行う無線通信システムにおいて、タイムスロット毎に重み係数を切り替えて重み付け手段に設定することにより、アダプティブアレイ送受信装置の指向性を制御することを特徴とする。

【0017】このように各タイムスロット毎にアダプティブアレイ送受信装置の重み係数を時分割で切り替えて使用することにより、他の基地局からの干渉によって一搬送波における全タイムスロットが接続不能に陥るのを防止することができ、周波数資源の有効利用が可能となる。

【0018】本発明に係る別のアダプティブアレイ送受信装置の指向性制御方法は、上記のようなアダプティブアレイ送受信装置を有する基地局と複数の端末との間で、各端末にフレーム内の異なるタイムスロットを割り当てて時分割多重により通信を行う無線通信システムに

において、タイムスロット毎に重み係数を切り替えると共に、前フレームの同一タイムスロットでの重み係数を更新して現フレームの各タイムスロットでの重み係数を設定することにより、アダプティブアレイ送受信装置の指向性を制御することを特徴とする。

【0019】このように前フレームの同一タイムスロットでの重み係数を更新して現フレームの各タイムスロットでの重み係数を設定することで、アダプティブアレイ送受信装置の指向性パターンを緩やかな電波伝搬環境の変動に追従させて変えることができ、周波数資源の有効利用に加えて、通信品質がより向上する。

【0020】本発明に係る無線通信システムは、上記のようなアダプティブアレイ送受信装置を有する基地局と複数の端末との間で通信を行う無線通信システムにおいて、アダプティブアレイ送受信装置の外部に設けられた演算装置により計算した重み係数をアダプティブアレイ送受信装置に伝送して重み付け手段に設定することにより、アダプティブアレイ送受信装置の指向性を制御する構成としたことを特徴とする。

【0021】このようにアダプティブアレイ送受信装置の外部の演算装置で重み係数を計算することにより、アダプティブアレイ送受信装置を含む基地局の構成を簡略化して小型化が図られる。

【0022】本発明に係る他の無線通信システムは、上記のようなアダプティブアレイ送受信装置を有する基地局と複数の端末との間で通信を行う無線通信システムにおいて、アダプティブアレイ送受信装置が接続された有線ネットワークに演算装置を接続し、この演算装置により計算した重み係数を有線ネットワークを介してアダプティブアレイ送受信装置に伝送して重み付け手段に設定することにより、アダプティブアレイ送受信装置の指向性を制御する構成としたことを特徴とする。

【0023】このように有線ネットワークに接続された外部の演算装置で重み係数を計算すると、演算装置として重み付け計算のための専用のプロセッサを用いる必要がなく、有線ネットワークに接続された任意のプロセッサを使用することができるので、無線通信システム全体のコストが低減される。

【0024】本発明に係るさらに別の無線通信システムは、上記のようなアダプティブアレイ送受信装置を有する基地局と複数の端末との間で通信を行う無線通信システムにおいて、アダプティブアレイ送受信装置が接続された有線ネットワークに演算装置を接続し、該演算装置により計算した重み係数を有線ネットワークを介してアダプティブアレイ送受信装置に伝送して該アダプティブアレイ送受信装置に設けられた記憶手段に保持し、この記憶手段に保持された重み係数を読み出して重み付け手段に設定することにより、アダプティブアレイ送受信装置の指向性を制御するように構成したことを特徴とする。

【0025】このようにすると、一度計算した重み係数の値を記憶手段に一旦保持しておけば、重み係数を変更しない限り、重み係数の情報を外部の演算装置から有線ネットワークを介してアダプティブアレイ送受信装置に伝送する必要がないため、有線ネットワークのトラフィックを不要に増大させることがなくなる。

【0026】本発明に係るアダプティブアレイ送受信装置は、上記のようなアダプティブアレイ送受信装置において、アンテナ素子の送受信信号と重み付け手段に設定された重み係数をアダプティブアレイ送受信装置の外部に設けられた演算装置に伝送し、かつ該演算装置により計算した新たな重み係数を重み付け手段に設定するためにアダプティブアレイ送受信装置に導入するインタフェースを有することを特徴とする。

【0027】このようにアダプティブアレイ送受信装置に外部とのインタフェースを備えることによって、重み係数を外部の演算装置で計算することが可能となり、アダプティブアレイ送受信装置内に複雑な演算装置を設ける必要がないので、アダプティブアレイ送受信装置を含む基地局の構成を簡略化して小型化を図ることが可能となる。

【0028】本発明に係るアダプティブアレイ送受信装置は、上記のようなアダプティブアレイ送受信装置を有する基地局と複数の端末との間で、各端末にフレーム内の異なるタイムスロットを割り当てて時分割多重により通信を行う無線通信システムにおいて、タイムスロット毎に重み係数の値を記憶する記憶手段と、この記憶手段に記憶された重み係数を重み付け手段に設定する手段とを有することを特徴とする。

【0029】このように時分割多重フレームの各タイムスロット毎に重み係数を記憶する記憶手段を設けると、タイムスロット毎の重み係数の切り替えが容易となるとともに、前述のように前フレームの同一タイムスロットでの重み係数を更新して現フレームの各タイムスロットでの重み係数を設定することが容易となる。

【0030】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施形態を説明する。

(第1の実施形態)図2は、本発明の第1の実施形態に係る無線通信システムの概略構成を示す図である。この無線通信システムは、基地局21と端末22との間で通信を行うシステムであり、基地局21にはアダプティブアレイアンテナ23が設置されている。基地局21には、アダプティブアレイアンテナ23を用いて端末22との間で送受信を行うアダプティブアレイ送受信装置が設けられている。アダプティブアレイアンテナ30は、通信時にはB1で示す指向性ビームが形成され、隣接基地局の方向を向く指向性ビームB2は形成されないように、言い換えれば基地局21と通信を行うべき端末22の位置する方向には大きなゲインを持ち、隣接基地局の

方向には小さなアンテナゲインしか持たないように指向性が制御される。このようにアダプティブアレイアンテナ23の指向性を制御すれば、隣接する基地局21間の干渉および隣接基地局の通信サービスエリアの端末2からの干渉による通信障害を抑圧することができる。

【0031】そして、本実施形態ではアダプティブアレイ送受信装置を有する基地局21の設置時にアダプティブアレイアンテナ23の指向性パターンを設定したり、さらには非通信時に比較的長い時間間隔で指向性パターンを変更したりするために、所望方向および非所望方向の少なくとも一方に存在する端末22から基地局21に向けて既知の参照信号を送信する。そして、基地局21内のアダプティブアレイ送受信装置においては、この参照信号の受信信号に基づきアダプティブアレイアンテナ30の重み係数を計算して重み付け器に設定する。このように所望方向や非所望方向から送信される既知の参照信号の受信信号に基づいて、基地局21の設置時などに重み係数を求めると、従来のアダプティブアレイアンテナにおいてデータ送受信の途中で重み係数を逐次的に求める方法に比較して、その計算が非常に簡単となるため、通信システム全体のコストを低減することができ、また容易に所望の指向性パターンを得ることができる。

【0032】図3は、本実施形態における基地局21内のアダプティブアレイ送受信装置と重み付け制御に係る外部装置の構成を示すブロック図である。同図に示されるように、アダプティブアレイ送受信装置は複数のアンテナ素子31を所定形状、例えば一直線上あるいは円周上に配列して構成されるアンテナアレイ30と、各アンテナ素子31の送受信信号に対して、設定された重み係数（複素重み係数）を乗じることにより振幅および位相の重み付けを行う複数の重み付け器32と、これらの重み付け器32を介して各アンテナ素子31への送信信号の分配とアンテナ素子31からの受信信号の合成を行う分配／合成部33および送受信部34を基本要素として構成されている。

【0033】さらに、重み付け器32の重み係数設定入力端および送受信信号入出力端はインタフェース35の一方のポートに接続され、重み係数設定時にはインタフェース35の他方のポートにアダプティブアレイ送受信装置の外部に設けられた外部演算装置36が接続される。重み付け器32は、例えば振幅の重み付けのための可変利得増幅器または可変減衰器と、位相の重み付けのための可変移相器により構成される。

【0034】通常の通信に際しては、送信時には送受信部34から出力される送信信号（変調信号）が分配／合成部33により重み付け器32に分配され、ここで重み付けがなされた後、アンテナ素子31に供給される。受信時にはアンテナ素子31の受信信号が重み付け器32により重み付けされ、さらに分配／合成部33により合成された後、送受信部34に入力されて復調が行われ

る。

【0035】次に、図4に示すフローチャートを用いて本実施形態におけるアダプティブアレイアンテナ送受信装置の指向性制御手順を説明する。本実施形態の指向性制御手順は、所望方向のアンテナゲインを大きくするための所望方向測定モードと非所望方向のアンテナゲインを抑えるための非所望方向測定モードからなる。

【0036】まず、ステップS101において測定モードが所望方向測定モードの場合は、所望の方向に位置する端末から基地の参照信号を参照電波として送信し（ステップS102）、その参照信号の受信信号をインタフェース35を介して外部演算装置36に転送して保持する（ステップS103）。

【0037】次に、ステップS104において測定モードが非所望方向測定モードの場合は、非所望の方向に位置する端末から基地の参照信号を参照電波として送信し（ステップS105）、その参照信号の受信信号をインタフェース35を介して外部演算装置36に転送して保持する（ステップS106）。

【0038】なお、ステップS102およびS105で送信する参照信号としては、例えば無変調の搬送波、あるいは既知の情報を乗せた変調波を用いることができる。こうして所望方向および非所望方向の測定モードが終了すると、外部演算装置36は保持した参照信号の受信信号に基づいて重み係数の値を計算し（ステップS107）、これらの重み係数をインタフェース35を介して重み付け器32に設定する（ステップS108）。重み係数の設定は、その係数の値に対応した制御信号を可変利得増幅器または可変減衰器および可変移相器に与えればよい。そして、このように重み係数を計算して半固定的に重み付け器32に設定した後、通信モードに移る（ステップS109）。

【0039】ステップS107での重み係数値の演算方法の一例について説明すると、まず所望方向測定モードでは所望方向のアンテナゲインが大きくなるように、例えば重み付け後の参照信号の受信信号電力が重み付け前のそれより大きくなり、理想的には最大となるような重み係数を求める。また、非所望方向の測定モードでは非所望方向のアンテナゲインがより小さくなるように、例えば重み付け後の参照信号の受信信号電力が重み付け前のそれより小さくなり、理想的には最小となるような重み係数を求める。こうして求められた重み係数の値を重み付け器32に設定することによって、図2に示したように所望方向にはアンテナゲインが大きく、非所望方向にはアンテナゲインが小さい指向性パターンが形成される。

【0040】このような指向性パターンを形成することにより、ある基地局21と所望方向に位置する端末22とが通信を行う場合、隣接する基地局からの干渉による通信障害を極力小さくすることができ、良好な通信品質

が得られる。また、このようにするとセルエリア、つまり基地局21の通信サービスエリアの大きさを従来のマイクロセル/ピコセルといったように小さくすることなく隣接基地局からの干渉のない通信が可能となるため、複雑な処理を伴うハンドオフの頻度を低くすることができる。この面からも通信品質の向上を図ることができる。

【0041】また、本実施形態ではアダプティブアレイ送受信装置の設置時さらには非通信時に重み係数を計算しているため、従来のアダプティブアレイアンテナのように通信途中で逐次的に重み係数を計算する方法に比較して計算が簡単である。

【0042】さらに、本実施形態ではアダプティブアレイ送受信装置の外部に設けられた外部演算装置36で重み係数を計算しており、アダプティブアレイ送受信装置には既存の構成に新たにインタフェース35を追加するだけでよい。また、アダプティブアレイ送受信装置の小型化・低価格化を図ることができる。

【0043】なお、上記実施形態ではアダプティブアレイ送受信装置に対して所望方向および非所望方向の両方向から参照信号を送信し、その受信信号に基づいて所望方向にはアンテナゲインが大きく、非所望方向にはアンテナゲインが小さい指向性パターンを形成するようにしたが、所望方向および非所望方向のいずれか一方の方向からのみ参照信号を送信し、その受信信号に基づいて指向性パターンを形成するようにしてもよい。

【0044】また、上記実施形態では重み付け器32をアンテナ素子31の給電端に接続してRF帯あるいはIF帯で重み付けを行ったが、ベースバンド帯において重み付けを行ってもよい。

【0045】さらに、重み係数の計算のために用いる参照信号の受信時には重み係数を既知の固定値にしておき、外部演算装置36から重み付け器32に対しては重み係数自体の情報でなく重み係数の修正量の情報を伝送してもよい。

【0046】(第2の実施形態) 次に、図2における各端末22にフレーム内の異なるタイムスロットを割り当てて基地局21との間で通信を行う時分割多重方式の無線通信システムに適用した実施形態について説明する。図5は、基地局21から見た時分割多重フレームの構成を示す図であり、TX1, TX2, ..., TXNは基地局21からN個の各端末22への送信時の送信タイムスロット、TR1, TR2, ..., TRNはN個の各端末22から基地局21への送信時(基地局21の受信時)の受信タイムスロットであり、N個の送信タイムスロットTX1, TX2, ..., TXNで1送信フレームを構成し、N個の受信タイムスロットTR1, TR2, ..., TRNで1受信フレームを構成している。

【0047】本実施形態は、このような時分割多重通信を行う際、各タイムスロット毎にアダプティブアレイ送受信装置における重み係数を切り替えて設定することに

より指向性制御を行うようにしたものである。

【0048】次に、図6に示すフローチャートを用いて本実施形態におけるアダプティブアレイ送受信装置との指向性制御手順を説明する。まず、ステップS201において新規着呼または重み係数の変更指示が発生するか、あるいはステップS204において1フレームの送信または受信が終了すると、重み係数を記憶したメモリの内容を更新するかどうかを調べ(ステップS202)、更新する場合は計算した重み係数の値をメモリに書き込んだ後、ステップS204に進み、更新しない場合は直接ステップS204に進む。ステップS204で1フレームが終了すると判断されるまでメモリに記憶されている重み係数を読み込み、重み付け器に設定する(ステップS205)。そして、送信または受信を行い(ステップS206~S208)、1タイムスロットの送信または受信毎に以上の動作を繰り返す。

【0049】このように本実施形態では、各タイムスロット毎にアダプティブアレイ送受信装置の重み係数を時分割で切り替えて使用することにより、他の基地局からの干渉によって一搬送波における全タイムスロットが接続不能に陥るのを防止することができ、周波数資源の有効利用が可能となる。

【0050】この場合、各タイムスロットの重み係数は、ランダムアクセス時のキャリア同期やクロック同期に用いるキャリアバーストあるいは既知の参照信号を用いて、複数のアンテナ素子の受信信号を重み付け器を介して合成した後の受信信号電力ができるだけ大きくなる値に決定すればよい。

【0051】また、各タイムスロット毎の重み係数を通信継続中常に同じ値を用いてもよいが、本実施形態では図6のフローチャートに示されるように各タイムスロット毎に、前フレームの同一タイムスロットでの重み係数を更新して現フレームの各タイムスロットでの重み係数を設定することにより、アダプティブアレイ送受信装置の指向性パターンを緩やかな電波伝搬環境の変動に追従させて変えることができ、より通信品質を向上させることが可能である。なお、各タイムスロット毎の重み係数の更新する際には、例えば各タイムスロット内に含まれる既知の信号を参照信号として用いて現フレームの新たな重み係数を計算すればよい。

【0052】(第3の実施形態) 次に、図7を参照してアダプティブアレイ送受信装置の他の実施形態について説明する。図7は、本実施形態における基地局21内のアダプティブアレイ送受信装置と重み付け制御に係る外部装置の構成を示すブロック図である。図3に示した実施形態と同様に、複数のアンテナ素子31を所定形状に配列して構成されるアンテナアレイ30が用いられる。

【0053】各アンテナ素子31には、RF/IFフロントエンド41を介して複数の重み付け器42が接続されている。この場合、重み付け器42はアンテナ素子3



1の送受信信号に対してベースバンド帯で重み係数(複素重み係数)を乗じることにより、振幅および位相の重み付けを行うことになる。また、重み付け器42およびRF/IFフロントエンド41を介して各アンテナ素子31への送信信号の分配とアンテナ素子31からの受信信号の合成を行う分配/合成器43および送受信部44が設けられている。

【0054】さらに、重み付け器42の重み係数設定入力端および送受信信号入出力端はインタフェース45の一方のポートに接続され、重み係数設定時にはインタフェース45の他方のポートに有線ネットワーク47を介して外部演算装置46が接続される。外部演算装置46は、先の実施形態と同様に重み付け器42の重み係数を計算する。計算された重み係数は、有線ネットワーク47およびインタフェース45を介して重み付け器42に伝送される。

【0055】通常の通信に際しては、送信時には送受信部44から出力される送信信号(変調信号)が分配/合成部43により重み付け器42に分配され、ここで重み付けがなされた後、RF/IFフロントエンド41によりIF帯→RF帯へと変換されてアンテナ素子31に供給される。受信時にはアンテナ素子31の受信信号がRF/IFフロントエンド41によりRF帯→IF帯→ベースバンド帯へと変換された後、重み付け器42により重み付けされ、さらに分配/合成部43により合成された後、送受信部44に入力されて復調が行われる。また、送受信部44はインタフェース45を介して有線ネットワーク47に接続されており、有線ネットワーク47から送信信号の元となるデータ信号の供給を受け、さらに受信復調したデータを有線ネットワーク47に送出する。

【0056】本実施形態によると、外部演算装置46として重み付け計算のための専用のプロセッサを用いる必要がなく、有線ネットワーク47に接続された任意のプロセッサを使用することができるので、無線通信システム全体のコストをさらに低減することが可能となる。

【0057】なお、本実施形態では重み付けをベースバンド帯で行ったが、図3に示した実施形態と同様にIF帯またはRF帯で行うようにしてもよい。

(第4の実施形態)次に、図8を参照してアダプティブアレイ送受信装置の他の実施形態について説明する。図8は、本実施形態における基地局21内のアダプティブアレイ送受信装置と重み付け制御に係る外部装置の構成を示すブロック図である。図7と同一部分に同一符号を付して説明すると、本実施形態は図7の構成にメモリ48が追加されている。

【0058】メモリ48は、重み付け器42の重み係数設定入力端とインタフェース45との間に挿入されており、重み係数の値を保持するためのものである。このメモリ48に、外部演算装置46で一度計算された有線ネッ

トワーク47およびインタフェース45を介して伝送されてきた重み係数を保持しておくことにより、第1の実施形態で説明したように基地局21の設置時や非通信時に計算した重み係数の値をメモリ48を介して重み付け器42に半固定的に設定することができる。

【0059】また、本実施形態では不要に有線ネットワーク47のトラフィックを増大させることがなくなるという利点がある。すなわち、図7に示した構成では重み係数の情報を常時アダプティブアレイ送受信装置に伝送する必要があるが、本実施形態では一度計算した重み係数の値をメモリ48に一旦保持しておけば、重み係数を変更しない限り、重み係数の情報を外部演算装置46から有線ネットワーク47を介してアダプティブアレイ送受信装置に伝送する必要がないため、有線ネットワーク47のトラフィック増大を招くことはない。

【0060】また、メモリ48にEPROM、EEPROMのような不揮発性メモリを用いれば電源断に対して耐性を持つシステムを構成することができる。さらに、外部演算装置46において複数種類の指向性パターンに対応した重み係数の組を計算してメモリ48に保持しておき、これらの重み係数の組を外部からの選択信号によってメモリ48から選択的に読み出して重み付け器42に設定するようにしてもよい。

【0061】本実施形態によるアダプティブアレイ送受信装置および外部装置を含む無線通信システムの構成は、第1の実施形態で説明した指向性制御方法と組み合わせることも可能であるが、第2の実施形態で説明したように時分割多重システムにおいて各タイムスロット毎に重み係数を切り替えて設定する指向性制御方法にも適用が可能である。その場合、メモリ48には例えば各タイムスロット毎の重み係数の組を保持しておけばよい。

【0062】(第5の実施形態)次に、図9を参照してアダプティブアレイ送受信装置の他の実施形態について説明する。図9は、本実施形態における基地局21内のアダプティブアレイ送受信装置の構成を示すブロック図である。図8と同一部分に同一符号を付して説明すると、本実施形態においてはユニット内部演算装置49が設けられ、この演算装置49と重み付け器42との間に重み係数を保持するためのメモリ48が挿入されている。

【0063】このメモリ48に、内部演算装置49で一度計算された重み係数を保持しておくことにより、第1の実施形態で説明したように基地局21の設置時や非通信時に計算した重み係数の値をメモリ48を介して重み付け器42に半固定的に設定することができる。

【0064】また、メモリ48にEPROM、EEPROMのような不揮発性メモリを用いれば電源断に対して耐性を持つシステムを構成することができる。さらに、内部演算装置49において複数種類の指向性パターンに対応した重み係数の組を計算してメモリ48に保持しておき、これらの重み係数の組を外部からの選択信号によ

ってメモリ48から選択的に読み出して重み付け器42に設定するようにしてもよい。このようにすれば、内部演算装置49の演算量を低減することができる。

【0065】本実施形態によるアダプティブアレイ送受信装置は、第1の実施形態で説明した指向性制御方法と組み合わせることも可能であるが、第2の実施形態で説明したように時分割多重システムにおいて各タイムスロット毎に重み係数を切り替えて設定する指向性制御方法にも適用が可能である。その場合、メモリ48には例えば各タイムスロット毎の重み係数の組を保持しておけばよい。なお、本実施形態では重み付けをベースバンド帯で行ったが、図3に示した実施形態と同様にIF帯またはRF帯で行うようにしてもよい。

【0066】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によればアダプティブアレイ送受信装置を有する基地局の設置時、さらには非通信時に比較的長い時間間隔でアダプティブアレイ送受信装置の指向性パターンを設定したり変更すべく、所望方向および非所望方向の少なくとも一方から基地局に向けて既知の参照信号を送信し、基地局内のアダプティブアレイ送受信装置において参照信号の受信信号に基づきアダプティブアレイ送受信装置の重み係数を計算して設定することにより、例えば所望方向にはアンテナゲインが大きく、非所望方向にはアンテナゲインが小さい指向性パターンを容易に形成することができる。

【0067】従って、基地局と所望方向に位置する端末とが通信を行う場合、隣接基地局からの干渉による通信障害を極力小さくすることができるために良好な通信品質が得られ、また基地局の通信サービスエリアの大きさを必要以上に小さくすることなく隣接基地局からの干渉のない通信が可能となるため、複雑な処理を伴うハンドオフの頻度を低くすることができ、より通信品質が向上する。また、アダプティブアレイ送受信装置の設置時さらには非通信時に重み係数を計算して半固定的に設定すれば、従来のアダプティブアレイアンテナのように通信途中で逐次的に重み係数を計算する方法に比較して計算が簡単となり、通信システム全体のコストを引き下げることができる。

【0068】また、本発明によれば時分割多重通信を行う場合、タイムスロット毎に重み係数を切り替えて重み付け手段に設定することにより、他の基地局からの干渉によって一搬送波における全タイムスロットが接続不能に陥るのを防止することができ、周波数資源の有効利用が可能となる。

【0069】また、タイムスロット毎に重み係数を切り替えると共に、前フレームの同一タイムスロットでの重み係数を更新して現フレームの各タイムスロットでの重み係数を設定することにより、アダプティブアレイ送受信装置の指向性パターンを緩やかな電波伝搬環境の変動に追従させて変えることができ、また、本発明の無線通

信システムではアダプティブアレイ送受信装置の外部に設けられた演算装置により計算した重み係数をアダプティブアレイ送受信装置に伝送して重み付け手段に設定することにより、アダプティブアレイ送受信装置を含む基地局の構成を簡略化して小型化・低価格化を図ることができる。

【0070】また、本発明の無線通信システムによれば、アダプティブアレイ送受信装置が接続された有線ネットワークに演算装置を接続し、この演算装置により計算した重み係数を有線ネットワークを介してアダプティブアレイ送受信装置に伝送して重み付け手段に設定することにより、演算装置として重み付け計算のための専用のプロセッサを用いる必要がなく、有線ネットワークに接続された任意のプロセッサを使用することができるので、無線通信システム全体のコストを低減することができる。

【0071】また、本発明の無線通信システムによれば、アダプティブアレイ送受信装置が接続された有線ネットワークに演算装置を接続し、該演算装置により計算した重み係数を有線ネットワークを介してアダプティブアレイ送受信装置に伝送して該アダプティブアレイ送受信装置に設けられた記憶手段に保持し、この記憶手段に保持された重み係数を読み出して重み付け手段に設定することにより、重み係数を変更しない限り、重み係数の情報を外部の演算装置から有線ネットワークを介してアダプティブアレイ送受信装置に伝送する必要がないため、有線ネットワークのトラフィックを不要に増大させることがなくなる。

【0072】また、本発明のアダプティブアレイ送受信装置では、重み付け手段に設定された重み係数および受信信号をアダプティブアレイ送受信装置の外部に設けられた演算装置に伝送し、かつ該演算装置により計算した新たな重み係数を重み付け手段に設定するためにアダプティブアレイ送受信装置に導入するインタフェースを設けたことにより、重み係数を外部の演算装置で計算することが可能となり、アダプティブアレイ送受信装置内に複雑な演算装置を設ける必要がないので、アダプティブアレイ送受信装置を含む基地局の構成を簡略化して小型化・低価格化を図ることが可能となる。

【0073】また、本発明のアダプティブアレイ送受信装置では、時分割多重通信を行う無線通信システムにおいて、タイムスロット毎に重み係数の値を記憶する記憶手段と記憶された重み係数を重み付け手段に設定することにより、タイムスロット毎の重み係数の切り替えが容易となるとともに、前フレームの同一タイムスロットでの重み係数を更新して現フレームの各タイムスロットでの重み係数を容易に設定することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来の無線通信システムを示す図

【図2】本発明の一実施形態に係る無線通信システムと

基地局内のアダプティブアレイ送受信装置の指向性制御方法を説明するための図

【図3】本発明の一実施形態に係るアダプティブアレイ送受信装置および外部装置の構成を示すブロック図

【図4】本発明の一実施形態に係るアダプティブアレイ送受信装置の指向性制御手順を示すフローチャート

【図5】時分割多重フレームの構成を示す図

【図6】本発明の他の実施形態に係るアダプティブアレイ送受信装置の指向性制御手順を示すフローチャート

【図7】本発明の他の実施形態に係るアダプティブアレイ送受信装置および外部装置の構成を示すブロック図

【図8】本発明の他の実施形態に係るアダプティブアレイ送受信装置および外部装置の構成を示すブロック図

【図9】本発明の他の実施形態に係るアダプティブアレイ送受信装置の構成を示すブロック図

【符号の説明】

11, 21…無線基地局

12, 22…無線端末

23…アダプティブアレイアンテナ

30…アンテナアレイ

31…アンテナ素子

32…重み付け器

33…分配／合成部

34…送受信部

35…インタフェース

36…外部演算装置

41…RF／IFフロントエンド

42…重み付け器

43…分配／合成部

44…送受信部

45…インタフェース

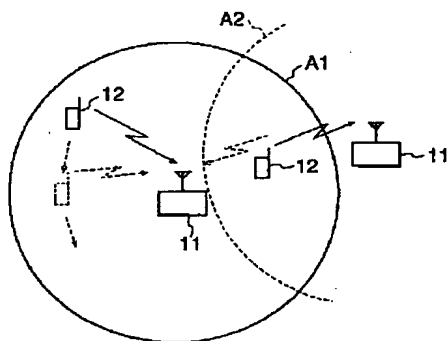
46…外部演算装置

47…有線ネットワーク

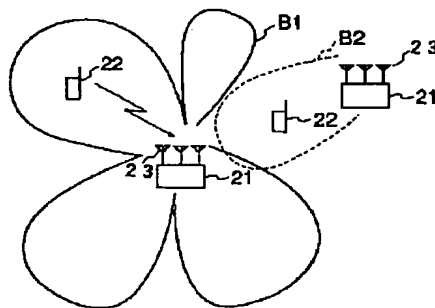
48…メモリ

49…内部演算装置

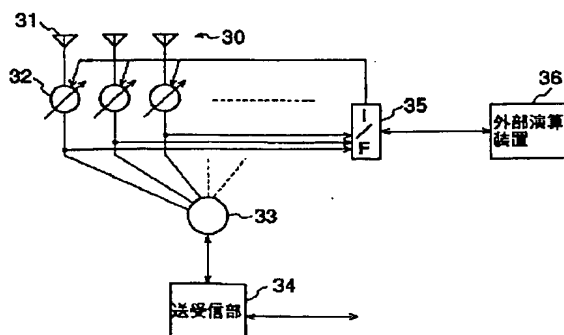
【図1】



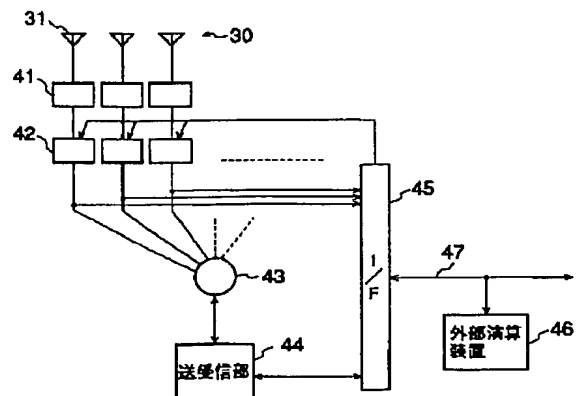
【図2】



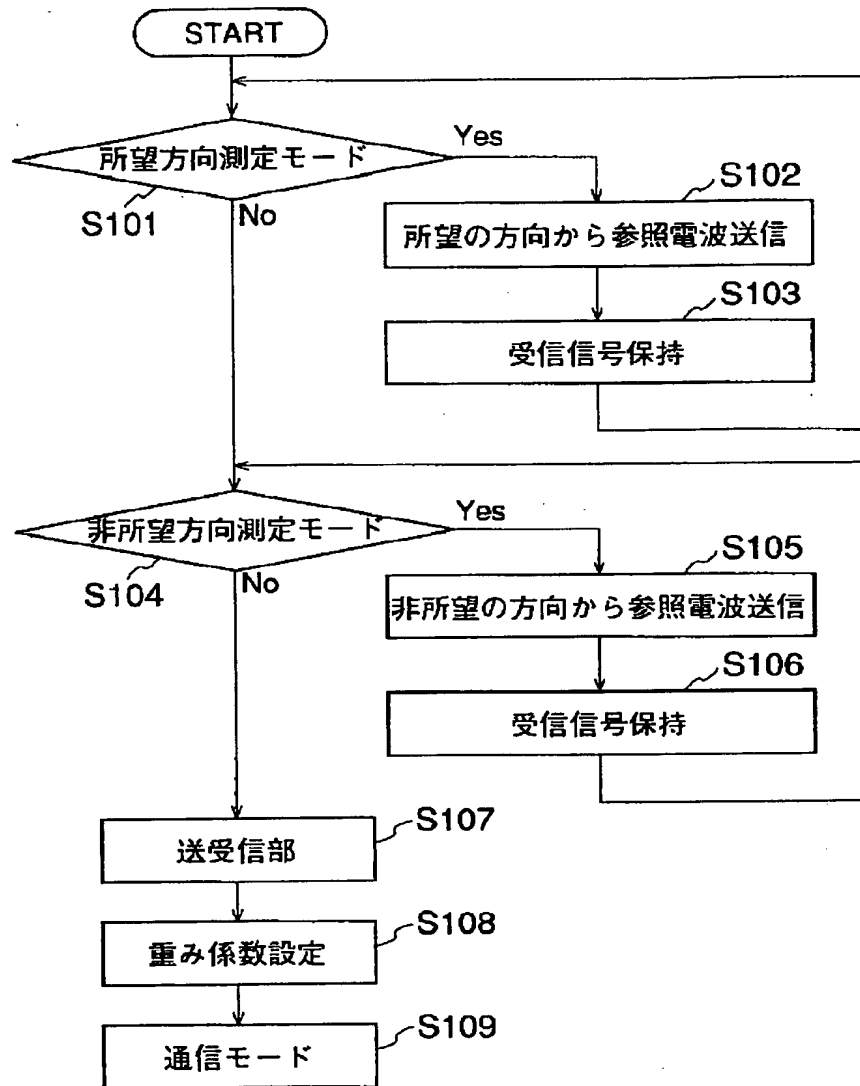
【図3】



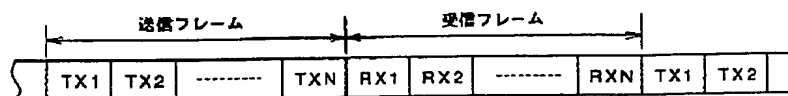
【図7】



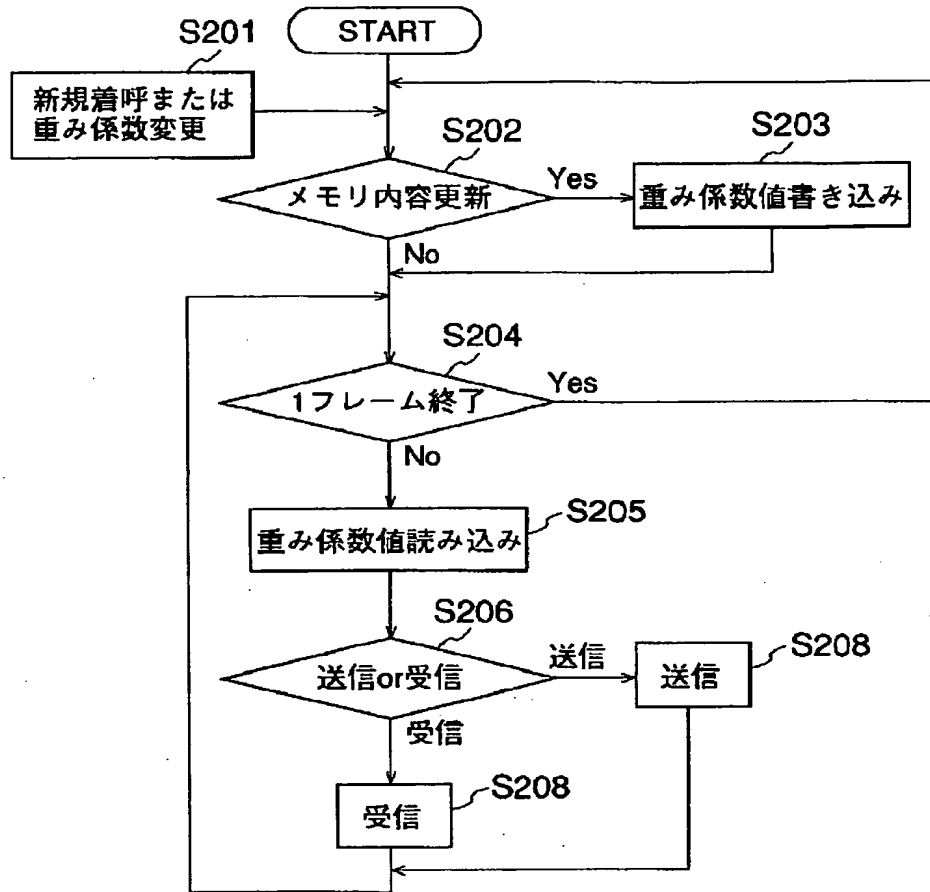
【図4】



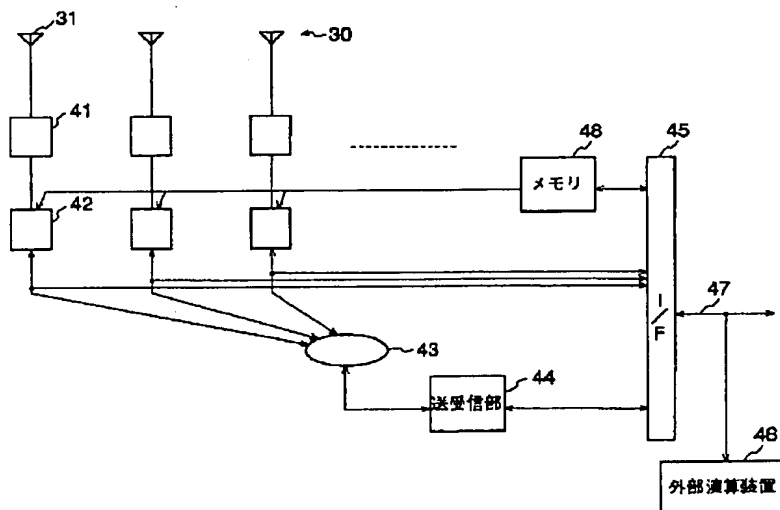
【図5】



【図6】



【図8】



【図9】

